
VITTORIO EM. III


FONDO PIZZOFALCONE


NAZIONALE
BIBLIOTECA
VITTORIO EM. III
B. Prov.
Miscellanea
B
4
22
NAPOLI



ESSAI

D'UN PROGRAMME D'EXPÉRIENCES

APPLICABLES AU

PROPULSEUR HÉLIÇOIDE

IMPRIMERIE DE H. FOURNIER, RUE SAINT-BENOÎT, 7.

ESSAI

D'UN PROGRAMME D'EXPÉRIENCES

APPLICABLES AU

PROPULSEUR HÉLIÇOIDE

ET EXCLUSIVEMENT ENVISAGÉES

Sous le rapport des formes diverses qu'il importe de comparer entre elles ;

SUIVI D'UNE

NOTICE SUR LEUR MOULAGE EN FONTE

PAR M. COUSINERY

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES





PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE

DE L. **Mathias** (AUGUSTIN)

QUAI MALAQUAIS, 15

—

1845

ESSAI

D'UN PROGRAMME D'EXPÉRIENCES

APPLICABLES AU

PROPULSEUR HÉLIÇOIDE

ET EXCLUSIVEMENT ENVISAGÉES

Sous le rapport des formes diverses qu'il importe de comparer entre elles;

SUIVI D'UNE NOTICE SUR LEUR MOULAGE EN FONTE.

Le maximum d'effet utile qu'on peut obtenir des propulseurs à surface héliçoïdale, ou plutôt le maximum de vitesse qu'ils peuvent utilement imprimer aux navires à vapeur, car c'est bien évidemment la vitesse qu'on se propose pour unique but dans cette branche d'exploitation nautique (à la fois militaire et commerciale), est encore une des questions les plus obscures de la mécanique industrielle, par cela seul qu'elle en est une des plus complexes. Elle dépend d'abord de la vitesse de rotation transmise à l'axe du propulseur, de la place qu'il occupe par rapport à la coque, de son degré relatif d'immersion, de la

charge utile à mettre en mouvement, et, subsidiairement, de la forme plus ou moins heureuse que présente la portion de carène immergée; mais il est bien certain qu'avant toutes choses, elle est *fonction* de la forme qu'affecte la surface elle-même du propulseur. Ici les incertitudes abondent, les questions se présentent en foule, et le nombre des éléments variables est tel que probablement il ne permettra de longtemps l'intervention directe de l'analyse.

Il importerait de connaître d'abord si la surface maximum doit être établie géométriquement (1), ou si elle fait partie de celles dites de convention qu'un modeleur habile peut créer à volonté dans une matière plastique, en se fiant à la justesse de ses instruments et de son coup d'œil (2). Si la dernière supposition est la vraie, tout ce qu'on a tenté de scientifique jusqu'à ce jour peut être considéré comme non avenu : il n'y a d'autre parti à prendre que de s'en rapporter à la persévérance des expérimentateurs; le temps seul, ou plutôt le hasard et les tâtonnements successifs, amèneront un jour cette importante découverte.

(1) C'est-à-dire comprise dans les limites actuelles de notre géométrie ; car, dans le sens absolu du mot, la surface ne saurait être que géométrique.

(2) L'ouvrage de M. Labrousse en offre plusieurs exemples.

Que si l'on doit, au contraire, s'arrêter à la première hypothèse, la science peut encore être utilement interrogée; mais c'est alors à cette partie de la science, qui s'occupe des questions de forme, qu'il faut plus particulièrement s'adresser; elle seule peut non seulement indiquer *à priori* quelles sont les surfaces diverses sur lesquelles les premiers essais doivent porter de préférence; mais encore les grouper par familles, les distinguer par individus, afin que, s'il en est besoin, toutes (du moins entre certaines limites) puissent être successivement et par ordre soumises à l'expérience. Ces limites, bien qu'elles soient encore très-indéterminées, se resserreront chaque jour davantage à mesure qu'il se produira des résultats négatifs régulièrement constatés.

Et ce n'est pas pour rien que nous disons : régulièrement constatés; admettons, par exemple, le cas usuel d'une hélice incrustée dans la coque derrière l'étambot, et par conséquent en partie masquée par lui, son action ne saurait être la même que si elle pouvait agir librement, tout à fait en dehors de cette même pièce. Dans le premier cas, ses lames devront être évidées vers leur insertion sur le noyau, pour qu'il y ait le moins d'eau possible refoulée en pure perte contre les bois dont elle se trouve encadrée, et même contre le gouvernail qui fait suite à ceux-ci; dans le

second cas, elle portera sans inconvénient toutes ses ailes et admettra, par conséquent, une réduction proportionnelle dans la longueur de ses bras.

La première n'obéira à l'action des voiles qu'à condition d'être rendue folle; la seconde, comme on nous l'annonce du Massachusset, pourra être verticalement relevée; ce qui, sans parler de l'usure des coussinets et des pertes de force qu'on évite par là, au lieu d'exiger à chaque réparation ou modification une cloche à plongeur et le retour au port, permettra presque toujours de continuer à tenir la mer. Or, tout cela devient probable si l'on parvient à gouverner par le même moyen d'action qui sert à naviguer. Il faut donc nécessairement étudier une hélice dans ces diverses suppositions, sous peine de n'avoir obtenu que des résultats exceptionnels, et qui peuvent un jour se trouver tout à fait en désaccord avec l'expérience. Nous pourrions en dire autant des essais exécutés sur une trop petite échelle.

On jugera du vague où reste encore plongée cette partie si essentielle de la question par les détails dans lesquels nous allons entrer, en posant d'une manière précise quelques-unes des questions que la science nautique aura plus particulièrement à résoudre:

De combien de nappes distinctes chaque propulseur doit-il se trouver composé? — Quelle doit être leur longueur, dans le sens de l'axe et dans celui du rayon? — Quelle sera l'importance relative du pas?

Doit-on établir les surfaces d'après le système de description qui appartient à la vis à filets carrés, ou d'après celui de la vis triangulaire? — Dans ces deux cas, est-il indispensable que la génératrice linéaire se dirige exactement vers l'axe, ou doit-elle laisser autour de celui-ci un cylindre de gorge? — Quel sera dès-lors le diamètre de ce cylindre? Sera-t-il plein? convient-il qu'il soit évidé?

Dans le cas d'une vis triangulaire (à génératrice inclinée), quelle sera l'inclinaison la plus avantageuse; et dans quel sens devra-t-elle avoir lieu par rapport à l'axe?

L'ensemble du propulseur, lui-même, affectera-t-il la forme cylindrique, ou doit-on lui donner une forme conique, d'un angle plus ou moins aigu, conforme à celle de tous les outils pénétrants, établis en forme d'hélice?

Enfin, n'est-il pas probable, comme la chose existe pour certains moulins à vent, qu'il pourrait

y avoir avantage en composant chaque aile, prise à part, d'une portion de surface mixte, qui serait réglée dans sa partie centrale et à double courbure vers son extrémité? — Et d'abord, quel peut être l'effet d'un simple rebord saillant qui leur serait circulairement ou partiellement appliqué, etc., etc.?

On le voit, un grand nombre de ces questions changent l'espèce de la surface, tandis que les autres en distinguent seulement les individus; or, l'expérience, cette reine de la mécanique appliquée, n'aura dit son dernier mot qu'à l'époque où la plupart de ces individus auront été convenablement interrogés par elle. Pour régler avec sûreté la marche des expérimentateurs il est donc un travail indispensable, et que réclame impérieusement l'état de la question, c'est une classification méthodique qui leur donne la certitude de ne négliger aucun genre d'essai; et, subsidiairement, de leur suggérer les moyens d'exécution qui permettent le passage d'un système d'expérience à un autre, sans entraîner une trop grande mise de fonds; car il ne faut pas perdre de vue non plus que, modeler et fondre de toutes pièces les divers propulseurs qu'on peut avoir à mettre en expérience, est, vu leur nombre, nous venons, je pense, de le démontrer, une des opérations préalables les plus dispendieuses que l'industrie

puisse avoir à s'imposer. On vient de lire comment nous en concevons le programme ; on verra dans la notice ci-après comment nous avions imaginé d'en atténuer les difficultés matérielles et financières.

Ajouterons-nous que les Anglais sont déjà résolument entrés dans cette voie expérimentale, la seule rationnelle aujourd'hui ? Leurs journaux nous apprennent qu'une série de dix-sept essais différents viennent d'être tentés dans un de leurs établissements maritimes. On peut sans peine se rendre compte de la dépense qu'ils auront exigée si chaque propulseur différent a été moulé à part.

La même indécision existait, on s'en souvient encore, lorsqu'il s'agit, pour la première fois, d'employer la vapeur à la remorque des wagons sur les ornières de fer ; et l'on se rappelle que le succès fut jugé d'une telle importance qu'un prix fort élevé fut offert, par la compagnie de Liverpool à Manchester, à celui qui parviendrait à construire la locomotive la plus parfaite. L'effet d'un pareil encouragement fut immédiat ; et le résultat du concours porta d'un seul coup la locomotive à un état de perfection tout à fait inespéré.

Ne serait-il pas à désirer qu'un prix de même

nature fût offert à l'inventeur de la meilleure hélice nautique? On concentrerait ainsi les efforts individuels, par cela seul que l'espoir du prix appellerait les capitaux; et grâce à l'émulation qui en serait le résultat, la France entière saluerait enfin de ses acclamations le jour où ce nouveau producteur de vitesse entrerait définitivement dans les arsenaux de la marine industrielle et militaire: ici, pour mettre les produits à la portée d'un plus grand nombre d'individus; là, pour rétablir sur l'Océan cet équilibre après lequel nous aspirons, et que peut désormais nous garantir le moindre succès obtenu dans cette lutte toute pacifique.

Résumé géométrique du Programme. — Les surfaces de révolution peuvent être converties de deux manières, en surfaces rampantes: 1° selon l'échelle de pente d'un plan donné, c'est le *rampant linéaire*, dont nous n'avons pas à nous occuper; par son moyen on passe de la forme du balustre droit à la forme, bien connue, du balustre rampant; 2° selon le pas d'une vis également donnée: c'est le *rampant circulaire;* appliqué au tore, il produit soit le canal hélicoïde, soit la colonne torse; appliqué au cône droit dont l'angle au centre peut alors varier entre 0 et 180°, il en résulte une nappe de vis triangulaire qui se transforme en vis carrée, à la limite. Dans les mêmes circonstances, l'hyper-

boloïde produit une nappe rampante, tout à fait distincte de celle fournie par son cône asymptote (de la nappe rampante conique : Paucton, dans l'exemplaire que nous possédons, écrit *chonique*); et distincte, parce que l'axe linéaire central s'y trouve remplacé par un vide cylindrique, correspondant au cercle de gorge. Les nappes de cette dernière espèce de surfaces, outre les changements qui leur sont communs avec le cône, peuvent donc différer entre elles par la grandeur seule de leur cylindre de gorge. Qu'on juge des recherches expérimentales auxquelles il devient indispensable de se livrer, si l'on admet en principe la possibilité d'une inflexion de courbure dans le sens de la génératrice elle-même qui, sous sa forme exclusivement linéaire, produit déjà une si grande diversité de surfaces réglées, toutes pouvant convenir au propulseur. Ce serait encore pis si, après les rampants à graduation constante, on voulait essayer les rampants uniformément variés; et pourtant, rien n'exclut une pareille surface du nombre de celles qui, soumises à la même impulsion, peuvent imprimer le maximum de vitesse : il existerait même en leur faveur une certaine probabilité.

Nous donnons, ci-après, la notice primitive sur le moulage, dont l'Introduction, ainsi placée, constitue, il est vrai, une espèce de double emploi; mais que, par des motifs qu'il sera facile d'apprécier, nous étions tenu de conserver sous sa forme textuelle.

Nous en avons pourtant distrait une simple note, qui, sous le titre de : Résumé géométrique, se trouve aujourd'hui reportée au paragraphe précédent ; et qui résume, en effet, à l'égard de ceux qui s'occupent de géométrie descriptive, les divers cas du programme que nous avions à développer.

NOTICE

SUR LE MOULAGE EN FONTE

DES

PROPULSEURS A SURFACES HÉLIÇOIDES

AINSI QUE DES VIS D'ARCHIMÈDE USUELLES

Ramené à celui d'une seule portion élémentaire de leurs nappes.

Il est un élément de machines qui, malgré les services qu'il rend chaque jour à l'industrie, n'a pas reçu, à beaucoup près, toute l'extension dont il se trouve encore susceptible : nous voulons parler de la surface héliçoïdale, de celle qui s'enroule autour de toutes les vis, depuis la vis à micromètre jusqu'à la vis de pressoir, que les Hollandais ont appliquée les premiers, sur une échelle encore plus grande, au desséchement de leurs polders ; que Paucton signalait déjà, en 1768, comme un moyen de propulsion bien préférable à la rame, et qui, prenant aujourd'hui des proportions inattendues, tend, sous l'énergique impulsion de la vapeur, à se substituer aux roues à palettes dans les steamboats à grande vitesse. Nous pensons que l'espèce d'incertitude qui règne encore au sujet de cette importante

application tient surtout à la difficulté qui se présente, aussitôt qu'il s'agit de construire une hélice sur une trop grande échelle. La construction d'une vis d'Archimède usuelle suffit pour signaler ce qu'un pareil travail peut offrir de minutieux, sous le rapport des formes, et de peu satisfaisant dès qu'on a pour but d'obtenir un agent mécanique destiné à transmettre une grande puissance.

Nous nous proposons, dans cette courte notice, d'indiquer le moyen de diviser les surfaces de cette nature en parties élémentaires susceptibles d'être moulées en sable, et de leur donner ainsi toute la précision matérielle voulue, sans trop altérer pour cela leur pouvoir de résistance : de les construire, en un mot, pièce à pièce, et par conséquent d'une manière très-économique, telles que l'art nautique les réclame aujourd'hui. Nous commencerons par rappeler l'unique essai entrepris dans cette voie qui soit venu à notre connaissance : nous voulons parler du propulseur héliçoïdal en bronze qui figurait au nombre des produits de l'industrie exposés en 1844 (1). Tout en rendant pleine et entière justice à l'habileté déployée pour mouler et fondre en un seul bloc un agent mécanique d'une forme, en apparence, aussi

(1) Il est essentiel de noter que ceci était écrit à la clôture de cette même exposition.

tourmentée, on ne saurait s'empêcher de reconnaître que le moment n'est pas encore venu de demander à l'art du moulage la reproduction *définitive* de cette pièce difficile; ce n'est pas, en effet, lorsque la surface qui doit constituer ce nouvel instrument, lorsque le nombre de ses nappes, celui de leurs révolutions, la hauteur du pas qu'il convient de leur assigner, lorsque, enfin, tout ce qui constitue et ses justes proportions et la nature intime de ses formes (1) reste encore en problème, et ne saurait dépendre que du concours de la théorie, appuyée d'une longue suite d'expériences; ce n'est pas, disons-nous, le moment de mouler ce nouvel agent de propulsion d'une seule pièce; puisque, d'une part, on s'interdit toute modification partielle dans sa forme, et que, de l'autre, on s'assujétit à une refonte totale, et par conséquent dispendieuse, aussitôt que ces modifications deviennent indispensables.

Nous allons indiquer comment il est possible d'éluder la majeure partie de ces difficultés, en démontrant l'inutilité du moulage en bloc; car, outre l'économie qui en résulte, aussitôt qu'on parvient à composer la surface d'éléments successifs, elle devient susceptible d'augmentations et de diminutions dans le sens de sa longueur, qui, per-

(1) Voir le programme qui précède.

mettant de l'étudier dans des circonstances très-diverses, hâteront, nous devons l'espérer, le moment où ce nouveau propulseur nautique entrera pour toujours dans le domaine des acquisitions industrielles.

Empressons-nous d'abord de le reconnaître, la forme qu'il s'agit de construire n'est compliquée qu'en apparence; elle appartient, en effet, à une surface qui, sous le rapport de la symétricité, vient après le plan et la sphère; toutes trois font partie du petit nombre de celles dont le relief peut glisser sur l'incrustation sans que la juxtaposition mathématique cesse d'exister entre les parties frottantes; phénomène qui se reproduit, pour l'hélice, chaque fois qu'une vis pénètre dans son écrou. Il s'ensuit que les portions comprises entre deux génératrices qui font en projection un angle constant, sont absolument identiques entre elles, et peuvent facilement être jetées dans le même moule; c'est là ce que nous allons mettre hors de toute espèce de doute au moyen de l'épure ci-jointe.

Admettons, pour fixer les idées, que nous n'avons d'abord qu'une seule nappe à exécuter, quel que soit le nombre de ses révolutions complètes autour du noyau plein qui doit constituer son axe rigide, il est clair qu'on y parviendra en faisant

mouler une certaine quantité d'éléments identiques présentant la forme que nous avons dessinée et ombrée en lignes pleines, tant en plan qu'en élévation (fig. 1); c'est, comme on voit, une portion de surface comprise entre deux génératrices horizontales *oa* et *ob*, qui forment, en plan, un angle de 60°. Nous donnerons plus tard la raison qui nous a porté à choisir cet angle de préférence. La portion de surface ainsi limitée porte en outre avec elle l'élément du noyau plein sur lequel elle vient s'incruster; ce dernier sera limité à son tour par les deux plans perpendiculaires à l'axe, contenant chacun une des deux génératrices extrêmes *oa*, *ob*; tranche élémentaire qui, indéfiniment reproduite par le moulage et superposée à elle-même, comme l'indique le reste de la figure, constituera le développement non interrompu de la nappe héliçoïdale que nous avions à exécuter, et dont chaque circonvolution s'accomplira au moyen des éléments notés 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

Ces données une fois admises, il nous reste à faire connaître comment on peut assujétir entre elles ces mêmes parties, pour en former un tout invariable : le moyen consiste à ménager au centre du noyau ou rondelle centrale un vide triangulaire dont les angles *c d e* devront être arrondis, et à faire construire un axe ou mandrin en fer

forgé, présentant la même section dans sa coupe. En enfilant, sur ce dernier, les éléments ci-dessus décrits, à la suite l'un de l'autre, et dans la situation respective où les représente la figure, toute la portion de surface constituée par eux deviendra immédiatement solidaire, et par conséquent invariable, à la seule condition de maintenir le tout juxtaposé ; ce qui se réduit, comme dans une voûte, à empêcher l'écartement des deux voussoirs extrêmes ; et ce qui s'obtient, d'un côté, par la seule augmentation d'équarrissage de l'axe en fer, et, de l'autre, par un simple écrou de pression, sauf à insérer, entre ce dernier et le voussoir extrême, une certaine quantité de rondelles métalliques dépourvues de surface, dont le nombre dépendra de la portée du mandrin et de la longueur momentanée à laquelle on voudra arrêter la nappe ; disposition qui laisse, comme nous l'avions annoncé, un vaste champ aux expériences.

On aura remarqué, sans doute, que par le fait de l'introduction d'un mandrin triangulaire au centre d'une succession d'éléments disposés suivant les côtes d'un hexagone, les voussoirs 1, 3 et 5 sont les seuls qu'il soit possible de mettre en place, tant qu'on s'impose la condition de présenter à l'œil le même cercle de la rondelle ; quant aux éléments 2, 4 et 6, il faut et il suffit de les retourner préalablement bout pour bout, nouvelle

conséquence de cette symétrie parfaite, déjà signalée ci-dessus.

Ajoutons, enfin, que rien ne changera dans les conditions géométriques sur lesquelles nous venons plus particulièrement d'insister, et qui garantissent à la surface une parfaite continuité, quand au lieu de la considérer d'une manière abstraite, nous lui assignerons une épaisseur quelconque ; seulement, la portion de joint qui, dans l'étendue de la nappe, devra séparer deux voussoirs successifs, au lieu de se borner à une ligne droite, comme la chose a lieu pour une simple surface, devra se composer d'une petite surface réglée, ortogonale, suivant l'élément moyen *oa*, *ob*, qui divise cette épaisseur exactement en deux; ligne centrale qui continuera à déterminer sur l'axe la hauteur de chaque rondelle; de façon que, d'une part, toute la demi-épaisseur du joint excédera le plan limite de cette rondelle, et que, de l'autre, elle lui restera inférieure.

Un autre fait géométrique non moins important à signaler, et dont on devra tenir compte en entreprenant le tracé d'une pareille épure, c'est qu'il est impossible de donner une épaisseur uniforme à une nappe comprise entre deux surfaces héliçoïdales identiques; en d'autres termes, c'est que l'épaisseur du filet d'une vis carrée diminue en se

rapprochant de l'axe, et devient nulle, au moment où elle y aboutit ; circonstance insignifiante pour une vis ordinaire, mais qui ne peut plus être négligée, aussitôt que le filet prend des dimensions plus considérables, comme la chose a lieu pour chacun de nos éléments.

On a plusieurs moyens de remédier à cet inconvénient qui aurait pour résultat de transporter l'excès d'épaisseur en sens contraire du lieu où elle doit exister ; le premier, c'est de constituer les deux surfaces apparentes du filet, sous la forme d'une vis triangulaire d'un angle très-aigu. On ferait alors dépendre cet angle de l'épaisseur d'incrustation du filet sur le noyau plein, laquelle combinée avec l'épaisseur extrême (1) déterminerait l'inclinaison constante de la génération linéaire. Le second, et c'est celui que nous avons adopté (fig. 1), se réduit à dévier la génératrice horizontale et à la mener tangentiellement à un petit cylindre central, au lieu de la diriger exactement vers l'axe, mais de telle façon que les génératrices homologues, supérieures et inférieures, touchent ce cylindre dans un sens opposé. Cette double déviation , dont on peut à volonté augmenter l'importance, offre deux avantages : la généra-

(1) Qui peut, à son tour, être nulle, ou simplement amincie, de manière à donner du tranchant au contour de l'aile.

trice reste horizontale, et le joint normal qui, dans notre système, sépare deux portions d'une même nappe, peut sans inconvénient être converti en un paraboloïde ayant pour directrices les deux génératrices ainsi déviées; ce qui simplifie son tracé, sans rien enlever au principe de symétrie sur lequel repose tout le système de décomposition développé ci-dessus (1).

Il nous reste à donner quelques détails techniques sur la composition de l'épure ci-jointe (fig. 1). La corde *am*, obtenue par les deux intersections circulaires *g* et *m*, étant très approximativement égale au quart de la circonférence (0,7856 au lieu de 0,7854), en joignaut le point *m* au centre, on déterminera la corde *a m*, jouissant de la même propriété. Ces deux grandeurs portées en projections verticales à partir de l'axe, sur le second joint, détermineront en *h* et en *f* un point du prolongement des deux tangentes aux hélices moyennes qui se croisent au centre *i* de l'élément; on en déduira les deux normales corrélatives *il*, *ik*, sur lesquelles on portera, de part et d'autre du point *i*, la demi-épaisseur qu'on se propose de donner à la surface, tant à son insertion sur le noyau, qu'à l'extrémité de la nappe.

(1) Un troisième moyen consiste, comme on verra ci-après, à combiner ensemble les deux espèces de surfaces; mais alors les éléments cessent de pouvoir être enfilés par retournement.

Ayant ainsi un point de chacune des hélices qui doivent encadrer la surface, on les tracera définitivement, aussi bien que les deux hélices moyennes, et il n'y aura plus qu'à chercher ce que deviennent les deux normales *il*, *ik*, quand elles accomplissent leur mouvement de rotation à la suite de la surface. Il est facile de reconnaître qu'elles engendrent un hyperboloïde rampant, du même pas que celui de l'épure, ayant pour cylindre de gorge, d'une part, le noyau central, de l'autre, le cylindre extérieur. On devra donc les tracer en plan comme si elles appartenaient à un hyperboloïde, et tenir compte du rampant en les portant en élévation. C'est ainsi qu'ont été obtenues les deux normales *kn*, *lb*, déterminant le premier joint par leur intersection avec les quatre hélices qui encadrent la surface apparente. Cela fait, l'épure se trouvera à peu près terminée. Admettons, en effet, que l'on adopte le parti d'une vis à filets triangulaires; alors la génératrice se dirige vers l'axe, et le plan projetant de celui-ci coupera les deux hélices supérieures et inférieures de la surface en deux points qui appartiendront à une génératrice, et permettront, en conséquence, de la tracer suivant l'inclinaison voulue.

Si l'on veut, au contraire, que les génératrices restent horizontales, il s'en projettera une à chacun des deux points où viennent se couper, en

projection verticale, les deux hélices qui encadrent chaque face. La distance de ce point à l'axe fournira donc le rayon du petit cylindre de gorge, auquel chaque nouvelle génératrice devra se trouver tangente; et sa base circulaire, que nous avons ponctuée en plan, déterminera l'angle constant de déviation. Il ne reste donc qu'à mettre en place toutes celles qui doivent encadrer les joints. Nous bornerons là ces détails de tracé, dont notre figure permet aisément de se rendre compte. Le reste est tellement lié à son exécution définitive sous forme d'épure, que nous croyons à peu près inutile d'entrer à ce sujet dans de plus amples développements.

Avons-nous besoin de dire que tout ce que nous venons d'exposer pour une seule nappe s'appliquerait également à deux, à trois nappes, etc., simultanément enroulées autour du même noyau? Admettons le cas de trois nappes, par exemple, l'élément à mouler aura la forme indiquée (fig. 2), dans laquelle les trois portions de surface reproduiront séparément la portion homologue de la grande figure. S'il s'agissait de deux ou de quatre nappes, la chose serait tout aussi simple; mais alors le vide central ménagé dans chaque rondelle devrait présenter la forme carrée; l'axe en fer serait calibré en conséquence, et l'angle compris entre les génératrices extrêmes devrait être porté

à 45°. On voit comment cet angle se lie au nombre de nappes enroulées, et d'après quelle loi la forme triangulaire, carrée ou pentagonale, s'en déduit à son tour.

La possibilité d'un moulage élémentaire aussi simple une fois bien constatée, on concevra sans peine l'économie qui doit en être la conséquence. N'ayant pas à notre disposition les données nécessaires pour l'établir en chiffres, nous allons y suppléer en indiquant le prix de revient d'une vis d'Archimède usuelle *en bois*, et celui d'une vis en fer et fonte, moulée d'après le système développé ci-dessus; comparaison la plus défavorable, puisque nous avons à comparer ici non pas fonte contre fonte, mais fonte contre bois. Une vis en bois coûte de 25 à 30 fr. le mètre courant.

Détail pour la vis en fonte.

Noyau : diamètre $0^{m},067$, hauteur $0^{m},1$.....	$0^{mc},00035255$
Trois nappes : $0^{m},14 - 0,^{m},005 - 0^{m},635$...	$0^{mc},0004445$
Et pour dix semblables..........	$0^{mc},0079705$
A déduire fer forcé..........	0,0013
Reste pour la fonte.........	$0^{mc},0066705$

Évaluation.

Fer forgé :	$1,3 \times 7^{k},80 = 10^{k},14$, lesquels à 0 fr. 60 c. =	6 fr. 084	19 f. 764
Fonte :	$6,0 \times 7^{k},60 = 45^{k},6$ 0 fr. 30 c. =	13 fr. 680	

En évidant le noyau, le cube de la fonte descendra au-dessous de $0^{m},006$; nous adoptons ce dernier chiffre.

Il resterait donc une somme disponible de 5 à 10 fr., tant pour construire le tambour extérieur que pour représenter l'économie de première mise de fonds. Mais l'avantage ne se bornerait pas là ; on sait et l'entretien qu'exigent les vis ordinaires, et la flexion qu'elles affectent, disposition qui, tendant à s'aggraver tous les jours, finit bientôt par les mettre tout à fait hors de service ; enfin personne n'ignore le vaste emplacement qu'il faut leur consacrer en magasin. La plupart de ces inconvénients disparaissent par la substitution du métal au bois. Une vis en fer ne fléchit que légèrement, et sa flexion n'augmente pas d'une manière sensible ; elle peut être entièrement démontée à la fin de chaque campagne, et à la reprise des travaux, on peut, soit la réduire à de moindres dimensions, soit l'allonger à volonté. Enfin, il est bien clair que, comparée à une vis en bois, son entretien est presque nul et sa durée indéfinie.

Ces dernières remarques s'appliquent plus spécialement au système hollandais, celui dans lequel la vis reste indépendante de son enveloppe cylindrique ; elles se rattachent directement au service des ponts et chaussées, et surtout aux travaux exécutés en régie, à l'égard desquels la responsabilité de l'ingénieur est tout à fait immédiate, et où le succès dépend quelquefois de l'état plus ou moins parfait des machines d'épuisement. Aussi

la navigation ne dût-elle tirer aucun parti de l'étude de décomposition géométrique à laquelle nous venons de nous livrer, il restera toujours la possibilité d'en faire l'application aux travaux d'épuisement ; et, à ce titre, nous avons cru ces recherches dignes de l'attention des constructeurs et des encouragements de l'administration.

Ici se terminait la notice dont nous avions sollicité l'insertion aux *Annales des ponts et chaussées*, et qui n'a pu s'y trouver admise par suite d'un rapport motivé de la commission préposée à la rédaction de ce recueil scientifique en date du 3 septembre 1844. Les détails ci-dessus nous avaient paru suffisants pour une semblable destination ; nous les ferons suivre aujourd'hui de quelques développements supplémentaires, destinés à détruire une à une les principales objections qui nous ont opposées.

Deux choses paraîtront évidentes : l'une qu'on ne s'est pas suffisamment rendu compte des ressources que présente le moulage en sable ; l'autre, que du moins en ce qui concerne le propulseur nautique, nous sommes entièrement du même avis : *pour qu'on puisse en espérer un service durable, il convient de le mouler en un seul bloc.* Mais, et c'est ici que notre dissidence commence, tant que sa forme définitive ne sera pas connue, *tant qu'on se proposera de faire des expériences*, nous pen-

sons qu'il sera beaucoup plus simple, et surtout plus économique, de le mouler par éléments séparés. Le propulseur dont on semble se préoccuper exclusivement, est l'engin définitif, c'est-à-dire une chose encore tout à fait *inconnue;* le nôtre est l'instrument de recherche au moyen duquel cet inconnu doit être découvert. La question ramenée à ces termes, sera facilement décidée par quiconque, gouvernement ou particulier, aura des fonds à consacrer à ce genre d'essais; ce sont les juges les plus compétents en pareille matière; et comme tels, ceux à qui nous avons résolu d'en appeler.

Quelques mots d'abord, pour ne plus y revenir, sur le moulage en sable appliqué, comme procédé définitif, à la vis d'Archimède usuelle: c'est là une opinion dans laquelle nous persistons entièrement, et cela malgré les essais infructueux faits à Toulon; parce que si notre mémoire est fidèle, ces essais ayant été exécutés au moyen de planchettes *en bois* simplement posées à plat, chose qu'il était essentiel de signaler, ne sauraient rien préjuger sur la durée et la résistance d'une succession d'éléments *en fonte*, arc-boutés à joints normaux, suivant toutes les règles de l'art du trait. Nous y persistons *surtout*, à cause des succès obtenus dans la navigation de l'Oise, au moyen d'éléments en tôle estampés et rivés entre

eux : 1° parce que c'est là un premier exemple de l'avantage que devait présenter la substitution du métal au bois; 2° parce qu'il y a, entre ce dernier procédé et le nôtre, toute la distance qui sépare un ouvrage de grosse chaudronnerie et un produit immédiat de la fonte, ce qui ne laisse pas d'avoir une certaine importance sous le point de vue économique; 3° enfin, parce qu'une vis composée d'éléments en tôle, attachés entre eux par des rivets, est, comme la vis en bois, un outil indémontable, et qui le cède encore au nôtre sur ce point essentiel.

Mais revenons au propulseur. Dans le moulage en sable, le véritable moule, celui qui reçoit le métal en fusion, est détruit à chaque opération partielle; il n'y a qu'une seule chose qui, entre certaines limites, doit demeurer invariable; c'est le modèle *en bois* sur lequel chaque moule sablé se reforme, au fur et à mesure qu'il s'agit de couler un élément nouveau. Or, ce modèle admettra sans inconvénient toutes les modifications qui n'altèreront pas, d'une manière trop sensible, la régularité de la nappe superficielle; ainsi, une fois arrivé au dernier voussoir, on peut, par une simple modification opérée sur ce modèle, soit arrondir celui de ses joints qui doit rester à nu, soit lui donner une forme tout à fait tranchante; soit, enfin, contourner en spirale l'extrémité libre de

la dernière portion de nappe, soit même la supprimer tout entière. Le moule alors produira les rondelles métalliques dont il question ci-dessus (page 16); et comme, en fait de suppression, qui peut le plus peut le moins, prétendre que le montage, tel que nous l'avions proposé, n'admet que des modifications en longueur, dans le sens de l'axe, c'est en quelque sorte nier l'évidence.

Nous donnons, à l'appui de ces dernières remarques, un croquis arrêté (fig. 3), qui combine entre elles deux des formes superficielles mentionnées ci-dessus: c'est l'hyperboloïde rampant à génératrice horizontale et à génératrice inclinée; l'un constitue la nappe supérieure, il a pour cylindre de gorge l'axe même du propulseur, ce qui efface entièrement l'angle rentrant que les vis ordinaires présentent à l'insertion de la ~~surface~~ sur [génératrice] le noyau; l'autre constitue la surface inférieure; son cylindre de gorge est un peu moindre, et l'angle rentrant persiste de ce côté, bien qu'il n'y présente presque pas d'importance.

Nous avons indiqué, en plan, par des lignes ponctuées, quelques-unes des modifications terminales qu'on peut faire subir aux éléments extrêmes, pour faciliter leur mouvement de pénétration dans l'eau; elles peuvent se borner à un seul voussoir, comme aussi être amenées de plus

loin et en affecter plusieurs; ce qui laisse encore sur ce point la plus grande latitude; de façon que cet ensemble de pièces donnera lieu à un nombre d'essais divers assez considérables, dans lesquels deux surfaces seront d'abord comparées entre elles; car, essayées dans un sens, c'est un des hyperboloïdes qui agit par impulsion; et, retournées, c'est l'autre qui agit à son tour. Enfin, outre les modifications longitudinales qu'on obtiendra en ajoutant ou supprimant quelques-uns des voussoirs intermédiaires, nous venons de prouver que le moulage se prêtera de la manière du monde la plus simple à reproduire toutes les modifications terminales qu'on pourra juger convenable d'expérimenter.

Il est très-vrai que pour changer le pas de la vis il faudra établir un nouveau modèle; mais, pour le mouleur en sable, la chose se réduit à un seul élément; tandis que, pour obtenir une modification analogue sur le propulseur *entier*, c'est le moule total qu'il s'agit de refaire : un de ces moules qui ne se dépouillent pas, et qu'il faut presque toujours briser, pièce à pièce, pour mettre leur produit à nu. Les conséquences de cette dernière alternative sont trop évidentes pour qu'il soit besoin de s'y arrêter plus longtemps.

Nous pouvons maintenant résumer nos idées

en quelques mots : nous déclarerons humblement que nous ne savons pas et que nous ne prévoyons pas même quelle doit être la forme *définitive* d'un propulseur à hélice; nous pouvons encore moins préciser dans quels sens les tentatives expérimentales doivent être exclusivement dirigées, et nous aurions quelques droits d'affirmer que telle est encore l'opinion du plus grand nombre; jusqu'à ce jour ce sont ces idées de tâtonnements qui prévalent en Angleterre, pays où les améliorations viennent à terme, tandis qu'en France nous délibérons. C'est pourquoi nous avons pensé, d'abord et avant tout, à indiquer les moyens les plus simples de parvenir enfin à lever expérimentalement toutes ces incertitudes.

Une dernière remarque : si dans le cours des essais il se manifestait entre les éléments quelque trépidation inquiétante, ou qui fût seulement de nature à en altérer les résultats, des bandes en fort cuir insérées entre les joints remédieraient sans peine à cet inconvénient ; et ce genre de fourrure, convenablement appliqué, permettrait, par son élasticité, de prolonger les expériences, du moins aussi longtemps qu'il serait nécessaire pour les rendre concluantes. Enfin, comme des éléments compris entre deux surfaces différentes ne sont plus susceptibles de retournement, on devra ménager, dans le noyau du modèle en bois, un vide

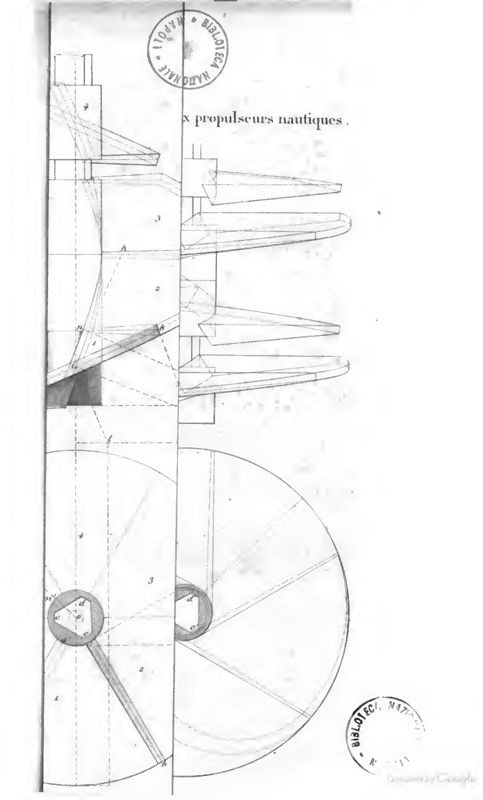
circulaire destiné à recevoir, à frottement doux, un cylindre mobile portant lui-même le vide triangulaire voulu (fig. 3, *céd'*). Ce cylindre une fois mis en place, on sera libre de le disposer chaque fois dans la situation précise qu'exige l'agencement successif des divers éléments (tels qu'ils seront produits par le moulage) quand ils seront enfilés sur le mandrin. Il y a plus; car cette nouvelle disposition permettra de couler à volonté des éléments aussi étendus et aussi restreints qu'on pourra le désirer, puisque l'angle compris entre leurs génératrices extrêmes cesse par là de demeurer invariable.

Au moment où nous mettons sous presse, il paraît dans le compte-rendu de l'Académie des Sciences, un Rapport de M. Poncelet, sur les nombreuses expériences de propulsion dues à M. l'Enseigne de Vaisseau Bourgois. Nous renvoyons à un prochain tirage, s'il a lieu, quelques brèves réflexions que nous suggère cette double coïncidence : car notre manuscrit original portant la date, hélas! désormais officielle (1) du 20 juin 1844, époque moyenne de l'année pendant laquelle avaient lieu à Indret-sur-Loire les

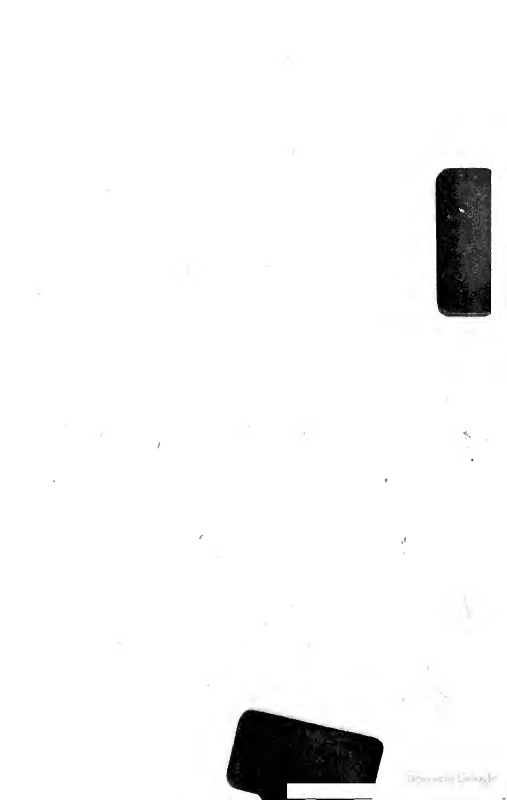
(1) Par celle du rapport précité.

pénibles recherches de M. Bourgois: c'est beaucoup plus d'un an après que nous parvenons encore ensemble à la publicité, malgré l'isolement où la force des choses nous avait réciproquement maintenus. En ce qui nous concerne, le retard pouvait avoir assez peu d'importance; il ne saurait en être ainsi pour M. Bourgois: espérons qu'après un travail aussi considérable et qui resserre d'une manière aussi concluante les limites des expériences nouvelles, au lieu d'une simple chaloupe et d'un moteur à bras, il aura *enfin* à sa disposition la corvette, la machine à vapeur, le matériel et les crédits sans lesquels (de l'aveu même de son savant rapporteur) les principes de construction qu'il vient d'établir avec le plus de probabilité et de succès, manqueraient de la seule sanction qu'ils puissent réclamer encore: celle de la puissance effective des machines et des chances de la haute mer.

Imprimerie de H. Fournier et Ce, rue Saint-Benoît, 7.


x propulseurs nautiques .
4
3
2
1
h
n
k
a
l
4
3
2
1
d
c
e
d'
c'
b






BIBLIOTECA